

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1.-MARCO GENERAL

Es conocido que en el contexto del proceso constructivo de obras de hormigón resulta de especial interés, desde un punto de vista económico, la conjunción de dos etapas del proceso (colocación y compactación) en una sola acción constituida por la proyección.

En este sentido, la proyección, entendida como técnica de puesta en obra goza de innumerables aplicaciones debido a su gran flexibilidad y elevados rendimientos. Si bien es cierto que la aplicación del hormigón proyectado se reduce principalmente a sostenimientos de túneles y reparaciones, aplicándose a grandes superficies y pequeños espesores, la posibilidad de eliminar las partidas de encofrado en el proyecto constructivo de estructuras de hormigón armado se perfila como una alternativa de lo más atractiva.

El hecho de que la actual Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08 no lo considere como solución estructural hace que el hormigón proyectado sea considerado más una técnica de puesta en obra que un material en si. *“Esta Instrucción es de aplicación a todas las estructuras y elementos de hormigón estructural, de edificación o de ingeniería civil, con las excepciones siguientes: las estructuras realizadas con hormigones especiales no considerados explícitamente en esta Instrucción, tales como los pesados, los refractarios y los compuestos con, serrines u otras sustancias análogas;”* Artículo 2º Capítulo 1º EHE 08.

A pesar de que en sus orígenes, el hormigón proyectado fue concebido como un material principalmente decorativo y de protección contra el fuego y la corrosión en elementos de acero, en la actualidad se ha demostrado gracias a los avances en la química del hormigón, que sus propiedades mecánicas lo convierten en un material a considerar para soluciones estructurales.

En este sentido, a diferencia del hormigón armado tradicional que sí dispone de una normativa que regula el proyecto, diseño, ejecución, recepción de materiales, control de calidad etc, el hormigón armado proyectado se encuentra en la actualidad huérfano de cualquier reglamentación oficial, no habiendo más que recomendaciones y especificaciones de agrupaciones de productores.

La responsabilidad estructural a la hora de resistir esfuerzos en elementos de hormigón armado proyectado es hoy en día una realidad como bien conocen proyectistas y constructores, siendo necesario reflejar una serie de consideraciones al respecto si se quieren mantener los criterios de calidad que se habían alcanzado en hormigones armados convencionales.

1.2.-ANTECEDENTES

La Línea 9 del Metro de Barcelona con prácticamente 50km de longitud total, 52 estaciones y 20 estaciones de intercambio, es uno de los proyectos de infraestructura más grandes a nivel mundial.

En el marco de ejecución de las obras se están llevando a cabo innumerables avances e innovaciones en lo que a procedimientos constructivos se refiere en aras de minimizar el impacto sobre el entorno y reducir los plazos de ejecución.

Debido a la complicada orografía de la parte alta de la ciudad y sobretodo a la densidad de infraestructuras subterráneas a salvar, la línea se está construyendo a una elevada profundidad, llegando en algunos casos a los 75m por debajo de la superficie.

Este condicionante y otros hacen que el diseño de las nuevas estaciones en la mayoría de los casos sea un tanto diferente al que estamos acostumbrados, siendo de sección cilíndrica y diámetro variable entre los 26 y los 32m. Los vestíbulos se ubican en general por debajo del nivel de calle y el acceso a los andenes se realizará a través de ascensores de gran capacidad.

Esta solución reduce drásticamente las dimensiones de las estaciones clásicamente construidas a cielo abierto. De este modo se combina la posibilidad de llegar a túneles profundos minimizando los efectos de subsidencias con mínimos requerimientos de áreas de ocupación en superficie y sin necesidad de ejecutar grandes cavernas subterráneas.

Los pozos son excavados dentro de un recinto de pantallas circular, ejecutados con hidrofresa o pantalladoras de bivalva. Debido a su gran profundidad, y a las importantes cargas hidráulicas actuantes requieren especial cuidado el diseño y la ejecución de las juntas entre paneles, para garantizar la estanqueidad en todas las condiciones.

En este sentido la parte interior de las pantallas se refuerza con unos anillos de hormigón armado proyectado de 60cm de espesor cuya función principal es ayudar en los esfuerzos confiriendo al conjunto una mayor rigidez y contribuyendo a la impermeabilización de las juntas.



Figura 1.1. Sección tipo. Estaciones en pozo.

Se anticipa que los resultados obtenidos en las experiencias realizadas en la Línea 9 del Metro de Barcelona con hormigón armado proyectado son altamente satisfactorios, reduciéndose sustancialmente los plazos de ejecución debido a los altos rendimientos que permite y la ausencia de encofrado, especialmente en las estaciones anteriormente mencionadas en que la ejecución del anillo requeriría la materialización de un encofrado curvo.



Figura 1.2. Proyección anillos 60cm espesor armado.

Es precisamente en este entorno en el que nace el objeto principal de este trabajo, analizar, a falta de una campaña experimental que respalde el estudio, qué aspectos deben ser tenidos en cuenta a la hora de optar por un hormigón armado proyectado respecto a un hormigón convencional.

1.3.-OBJETIVO DEL ESTUDIO

En el proyecto de obras, y en particular en las de hormigón, para su definición convergen diferentes criterios de carácter resistente, funcional, estético, etc, dentro del marco general que supone el equilibrio entre calidad coste y plazo.

Muchos de estos criterios de proyecto resultan de lo más particulares, asociándose a cada obra y proyectista según el caso, pero otros son susceptibles de adoptar formatos más o menos generales, pudiendo estar incluso reglamentados en normativas, éste es el caso de los aspectos mecánicos (bases de cálculo) y de durabilidad, recogidos en las actuales normativas mundiales.

A lo largo de los capítulos posteriores se repasará desde un punto de vista de proyecto, qué parámetros afectan al hormigón armado como material estructural por el hecho de ser aplicado mediante proyección en lugar de hacerlo mediante vertido convencional sobre moldes de encofrado y vibrado.

A través de esta tesina se pretende dar un nuevo enfoque a la técnica de la proyección de cara a consolidar al hormigón armado proyectado como el material que en realidad es en si mismo, analizando los distintos aspectos que condicionan las prestaciones de un elemento de hormigón armado ya sea por el método tradicional o mediante proyección.

1.4.-METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos anteriormente se han llevado a cabo distintos trabajos, los cuales corresponden en gran medida a los diferentes capítulos de este estudio.

En el capítulo primero se ha definido, a través de los antecedentes y el marco general, el punto de partida de dicho estudio y sus desarrollos posteriores, así como el entorno en el que surge. Posteriormente se han definido los objetivos perseguidos con el presente trabajo así como la metodología seguida para su consecución.

En el segundo capítulo se hace, fruto de una amplia revisión bibliográfica, una panorámica general de los aspectos más relevantes que inciden en el hormigón proyectado por el proceso denominado vía húmeda. Se presentan en un primer momento aspectos básicos para, seguidamente, pasar a realizar una revisión histórica y, finalmente, describir los componentes, particularidades del proceso de fabricación, ejecución y ámbitos de aplicación del hormigón proyectado. La última parte del capítulo versa en torno a los principales aditivos utilizados hoy en día en las aplicaciones con hormigón proyectado por vía húmeda.

Una vez fijado el punto de partida y revisado el estado actual del material, se presentan en el capítulo tercero, de forma detallada y no excluyente, los aspectos diferenciales entre un elemento de hormigón armado convencional (moldeado y vibrado) y ese mismo elemento hormigonado mediante la proyección del material a alta velocidad. A lo largo del capítulo se repasan los diferentes aspectos a tener en cuenta en el proyecto de estructuras con hormigón armado y proyectado, desde un punto de vista de sus propiedades mecánicas y de durabilidad.

En el capítulo cuarto se presentan las conclusiones derivadas del texto.

Finalmente se adjunta un apartado de bibliografía donde se recogen las diferentes fuentes consultadas, tanto las que aparecen citadas explícitamente en el texto como las que han servido para una mejor comprensión y conocimiento del objeto de estudio.